

明細書

回折格子形成用の位相マスク、その製造方法および回折格子形成方法技術分野

本発明は、光ファイバー等の光導波路に回折格子を形成するための位相マスク、その製造方法および回折格子形成方法に関する。

従来の技術

光ファイバーは地球規模の通信に大革新をもたらし、高品質、大容量の大西洋横断電話通信を可能にした。従来より、この光ファイバーに沿って、コア内に周期的な屈折率分布を作り出し、光ファイバー内にブラック回折格子をつくることが知られている。この場合回折格子の周期と長さ、屈折率変調の大きさによって、回折格子の反射率の高低と、波長特性の幅を決めることにより、その回折格子を、光通信用の波長多重分割器、レーザやセンサーに使用される狭帯域の高反射ミラー、ファイバーンプにおける余分なレーザー波長を取り除く波長選択フィルター等として利用している。

しかし石英ファイバーの減衰を最小として、長距離通信システムに用いるためには、光の波長を $1.55\mu m$ とすることが好ましい。この波長を用いてファイバーの回折格子を使用するためには、格子間隔を約 $500nm$ とする必要があり、このような細かい構造をコアの中に作ること自体が、当初は難しいとされている。光ファイバーのコア内にブラック回折格子をつくるのに、側面研磨、フォトレジストプロセス、ホログラフィー露光、反応性イオンビームエッチング等からなる何段階もの複雑な工程が採られていた。この為、作製時間は長く、歩留りも低かった。

しかし、最近、紫外光をファイバーに照射し、直接コア内に屈折率に変化をもたらし回折格子を作る方法が知られるようになり、この紫外線を照射する方法は複雑なプロセスを必要としないため、周辺技術の進歩とともに次第に実施されるようになってきた。

この紫外光を用いる方法の場合、上記のように格子間隔は約 500 nm と細かい為、2 本の光束を干渉させる干渉方法、エキシマレーザからのシングルパルスを集光して回折格子面を 1 枚づつ作って 1 点ごとに書き込みを行なう方法、グレーディングをもつ位相シフトマスク（以降、単に位相マスクとも言う）を使って照射する方法等が採られている。

2 光速を干渉させる干渉方法を行なう場合、横方向のビームの品質、即ち空間コヒーレンスに問題がある。1 点ごとに書き込みを行なう方法では、サブミクロンの大きさの緻密なステップ制御が必要で、且つ、光を小さく絞り込み、多くの面を書き込むことが要求され、作業性にも問題があった。

このため、上記問題に対応できる方法として、位相マスクを用いる照射方法が注目されるようになってきた。

しかし、従来の位相マスクを用いて光ファイバーのコアに回折格子を形成する照射方法においては、反射スペクトル特性を良くするという理由から、光ファイバーのコアに対して長手方向に沿って屈折率を変調させるアポダイズ処理を行うことが必要となり、位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との 2 回の露光を行っている。

あるいは、特開平 7-140311 号公報に図示されるように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において該位相マスクを照明して、同様の効果を得る方法もある。

この方法の場合、位相マスクの照明光（紫外線ビーム）の強度分布を、予め定めた方法により位相マスクのグレーディングの長さ方向にそって変化させる。この場合、例えば、ガウシャン分布のように位相マスクの照明光を変化させる。

上記のように、従来、光通信用デバイスである光ファイバーの回折格子を製造するため位相マスクを用いて、照射する方法においては、反射スペクトル特性を良くするという理由から、光ファイバーの長手方向に屈折率を変調するアポダイズ処理が必要となる。この場合、位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との 2 回の露光で行っていたため、手間がかかり、歩留まりの面からもこの対応が求められていた。

発明の開示

本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、あるいは、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる1回の露光方法により、光ファイバーの回折格子を形成することができる回折格子形成用の位相マスク、その製造方法および、回折格子形成方法を提供することを目的とする。

本発明は、光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を回折光を含む紫外線に対して露光し、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成するための回折格子形成用の位相マスクにおいて、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備え、パターンのDuty比が、この位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、パターンのDuty比は、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なう凹溝の幅を凹溝の位置に対応して調整することにより調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を回折光を含む紫外線に対して露光し、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成するための回折格子形成用の位相マスクにおいて、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備え、パターンの凹溝の深さは、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、対象物に周期が不連続変化する回折格子を形成することを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、対象物は、光導波路形成用の対象物であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、対象物は、光ファイバー形成用の対象物であることを特徴とする回

折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、回折光を含む紫外線を、光媒体を形成するとともに感光部を含む対象物に露光して異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成する回折格子形成用の位相マスクであって、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクの製造方法において、透明基板を準備する工程と、透明基板に対する凹溝形成露光、製版およびエッチングからなるフォトリソ工程を施す工程とを備え、このフォトリソ工程中に凹溝形成露光の露光量を変化させて、パターンの Duty 比が、この位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法である。

本発明は、フォトリソ工程において、凹溝形成露光中の露光量が多重露光法により調整されることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法である。

本発明は、回折光を含む紫外線を、光媒体を形成するとともに感光部を含む対象物に露光して異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成する回折格子形成用の位相マスクであって、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクの製造方法において、透明基板を準備する工程と、透明基板に対する凹溝形成露光、製版およびエッチングからなるフォトリソ工程を施す工程とを備え、このフォトリソ工程の工程数を変化させて、パターンの凹溝の深さが、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法である。

本発明は、フォトリソ工程において、凹溝形成露光は電子線描画装置またはレーザ描画装置により行なわれることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法である。

本発明は、対象物は、光導波路形成用の対象物であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、対象物は、光ファイバー形成用の対象物であることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクである。

本発明は、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクであって、パターンのDuty比がこの位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを用いた回折格子形成方法において、位相マスクを介して得られる回折光を含む紫外線により、光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を露光する工程と、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて、対象物に回折格子を形成する工程と、を備えたことを特徴とする回折格子形成方法である。

本発明は、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクであって、パターンの凹溝の深さが位置マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを用いた回折格子形成方法において、位相マスクを介して得られる回折光を含む紫外線により、光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を露光する工程と、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて、対象物に回折格子を形成する工程と、を備えたことを特徴とする回折格子形成方法である。

尚、ここでは凹溝の幅と、凹溝間の凸条部の幅の比、(凹溝の幅)／(凸条部の幅)のことをDuty比と言っている。

Duty比を調整することにより、作製された、光ファイバーの0次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドロープを抑制することができる。

一般にはDuty比が1の場合が、0時次光の影響が最小で、1より離れるにしたがい次第にその影響が大きくなる。

また凹溝の深さを回折格子の座標位置で調整して異なるものとすることによっても、Duty比を調整する場合と同様、光ファイバーの0次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドロープを抑制することができる。

本発明の回折格子形成用の位相マスクは、このような構成にすることにより、光通信用デバイスである光ファイバーの回折格子の製造方法において、従来の位

相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、あるいは、特開平7-140311号公報の図3に図示される実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる1回の露光方法により、光ファイバーの回折格子を程度良く形成することができる。即ち、回折格子の形成とアポダイゼーションを一回の露光で行なうことができる。

また、光ファイバーの回折格子を製造する際、従来と同様の露光装置が使用でき、先に述べた特開平7-140311号報に図示される実施例のように、露光のための装置構成が複雑になることもない。

特に、光ファイバーの回折格子を作製する際に、その反射スペクトル特性を良くするよう、凹溝を調整して、紫外線の回折効率が異なるようにしたもので、これにより、回折格子（グレーティング）作製のための露光回数を2回から1回に削減して、アポダイズ処理された光ファイバーを得ることが可能となり、光ファイバー回折格子を効率的に作業することができる。

勿論、本発明の回折格子形成用の位相マスクは、周期が不連続変化する回折格子作製にも適用できるである。

本発明の回折格子形成用の位相マスクの製造方法によれば、光通信用デバイスである光ファイバーの回折格子の形成方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、位相マスクを用いた1回の露光により、これと同等の効果を得ることができる。

本発明の回折格子形成方法によれば、光通信用デバイスである光ファイバーの回折格子形成方法において、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、位相マスクを用いた1回の露光により、これと同等の効果を得ることができる。

これにより、特に、光ファイバーの回折格子の作製を効率的なものにできる。

図面の簡単な説明

図1Aは、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例の一断面を示した図。

図1BはパターンのDuty比と位置との関係を示した図。

図2A～図2Iは図1Aに示す第1の例の位相マスクの製造工程を示す工程ごとのマスクの断面図である。

図3Aは、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第2の例の断面を示した図。

図3Bは凹溝パターンの深さと位置の関係を示した図。

図4A～図4Hは、図3に示す第2の例の位相マスクの製造工程を示す工程ごとのマスクの断面図。

図5A～図5Cは、光ファイバー加工とそれに用いられる位相マスクを説明するための図。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面により本発明の実施の形態について説明する。まず図5Aおよび図5Bにより、光ファイバーに位相マスクを用いて回折格子を形成する方法について説明する。

図5Aに示すように、石英基板110の1面に凹溝111を所定のピッチで所定の深さに設けた位相マスク21を用い、KrFエキシマレーザ(248nm)を照射して直接光ファイバー22のコア22Aに屈折率の変化をもたらし、回折格子を作製する。

尚、図5Aはコア(遮光性部)22Aにおける干渉縞パターン24を分かりやすく拡大して示した図であり、図5Bおよび図5Cはそれぞれ位相マスク21の断面、および凹溝111を示している。図5A～図5Cにおいて、D、Pはそれぞれ凹溝111の深さ、およびピッチを示している。

この凹溝111の深さは、露光光であるエキシマレーザ光(ビーム)の位相πラジアンだけ変化するように選択されており、0次光(ビーム)25Aは位相マスク21により抑えられ、位相マスク21から出る主な光(ビーム)は、回折光を含むプラス1次の回折光25Bとマイナス1次の回折光25Cとに発散される。

このため、このプラス1次の回折光25Bないしマイナス1次の回折光25Cに

より所定のピッチで光ファイバー22のコア22Aに対して照射を行い、このピッチ p における屈折率変化を光ファイバー22内にもたらして、回折格子（24参照）を形成する。

次に本発明による回折格子形成用の位相マスクについて説明する。

図1Aは、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例の一断面を示した図で、図1BはパターンのDuty比とX方向位置との関係を示した図で、図2A—図2Iは図1Aに示す第1の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図で、図3Aは本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第2の例の一断面を示した図で、図3Bは凹溝パターンの深さとX方向位置の関係を示した図で、図4A—図4Hは図3Aに示す第2の例の位相マスクの製造工程を示す工程断面図である。

尚、X方向は、凹溝パターンの長さ方向に直交する方向である。

図1A～図3Bにおいて、110は透明基板（石英基板）、111は凹溝、112は凸条部、120は遮光膜（クロム膜）、121は遮光膜120の開口、130はレジスト、131はレジスト130の開口、140は電子ビーム、210は透明基板（石英基板）、211、211a、211b、211cは凹溝部、212は凸条部、220は遮光膜（クロム膜）、221は遮光膜220の開口、230はレジスト、231はレジスト230の開口、240は電子ビームである。

はじめに、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第1の例を図1Aに基づいて説明する。

本例の位相マスク21は、透明基板110を有し、透明基板110の一面に格子状の複数の凹溝111からなる繰り返しパターン111Pが設けられている。凹溝111からなる繰り返しパターン111Pにより生じた回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こさせる。回折格子を作製する際の位相マスク21を用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターン111PのDuty比が回折格子の座標位置に対応して調整されている。

凹溝111作製のための、露光、製版、エッチングからなる1連のフォトリソ工程において、回折格子の座標位置に対応して露光量を調整して、パターンDuty

t_y 比を座標位置に対応して調整する。

例えば、図 1 B に示すように、凹溝 1 1 1 の幅 W は 8 段階（8 ステップとも言う）となっており、凹溝 1 1 1 の深さ H₀ は同一となっている。ここで図 1 Aにおいて、センター A₀ の凹溝と、センター A₀ から X₁ 離れた位置 A₁ の凹溝が示されている。

第 1 の例の位相マスクの製造方法の 1 例を図 2 A - 図 2 H により説明する。

図 2 A - 図 2 H において、凹溝 1 1 1 作製のための、露光、製版、エッチングからなる 1 連のフォトリソ工程において、電子線描画装置による多重描画により、回折格子の座標位置に応じて、露光量を調整して露光を行なう。

露光量調整のための露光方法としては、これに限定はされない。

先ず、光ファイバー 2 2 中に回折格子 2 4 を作製する際の露光光に対して透明な透明基板 1 1 0 を準備し、その一面に、透明基板 1 1 0 に凹溝 1 1 1 を形成するエッチング（ドライエッチング）に対して耐性のあるクロム等の遮光膜 1 2 0 を続ける（図 2 A）。次にこの透明基板 1 1 0 に対し、電子ビームに感応性のポジ型のレジスト 1 3 0 を塗布する。（図 2 B）。

次いで、電子ビーム描画装置にて、所定の露光量（ドーズ量とも言う） D₀ で、凹溝 1 1 1 形成部を露光して、第 1 回目の凹溝形式露光を行なう（図 2 C）。

次いで、各凹溝 1 1 1 形成部に、その凹溝 1 1 1 の長さ方向に直交する方向である X 方向座標位置に対応して、所定の露光量 P₁ にて 1 回ないし数回重ね露光を行ない、X 方向座標位置に対応して、トータル露光量を変化させる（図 2 D）。

X 方向座標位置に対応した露光量については、シュミレーションあるいは実作業の操り返しにより、得ることができる。

次いで現像処理を行ない、凹溝 1 1 1 形成箇所にレジスト 1 3 0 の開口 1 3 1 を設ける。この開口幅は、露光量に対応して変化して得られる（図 2 E）。

次いで、レジスト 1 3 0 の開口 1 3 1 から露出した遮光膜 1 2 0 をエッチング除去する（図 2 F）。

エッチングは、通常、塩素系のガスによるドライエッチングにより行なう。

次いで透明基板 1 1 0 に対し、遮光膜 1 2 0 をマスクとして、フッ素系のガスを用いたドライエッチングを行ない、所定の深さの凹溝 1 1 1 を形成する（図 2

G)。

次いで、レジスト 120 を除去し(図 2H)、更に、遮光膜 120 を除去して、位相マスク 21 を得る(図 2I)。

このようにして、第 1 の例の位相マスク 21 は形成される。

次に、本発明の回折格子形成用の位相マスクの実施の形態の第 2 の例を図 3A ～図 3B に基づいて説明する。

本例の位相マスク 21 は、透明基板 210 を有し、透明基板 210 の一面に格子状の複数の凹溝 211 からなる繰り返しパターンが設けられている。凹溝 211 からなる繰り返しパターン 211 により生じた回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こさせる。回折格子を作製する際の前記位相マスク 21 を用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、凹溝 211 の深さが回折格子の座標位置に対応して調整されている。

凹溝 211 作製のための、露光、製版、エッチングからなる 1 連のフォトリソ工程において凹溝の座標位置に対応してエッチング量調整する。

例えば、図 3B に示すように、凹溝 211 の深さ H は 8 段階(8 ステップとも言う)となっており、凹溝 211 の幅 W₀ は同一となっている。

ここで、図 3A において、センター B₀ の凹溝と、センター B₀ から X₂ 離れた位置 B₁ の凹溝が示されている。

第 2 の例の位相マスク 21 の製造方法の 1 例を図 4A ～図 4H にしたがって説明する。

ここでは、凹溝 211 作製のための、露光、製版、エッチングからなる 1 連のフォトリソ工程を複数回行なう。その際、回折格子の座標位置に対応してエッチング量を調整し、凹溝 211 の深さが回折格子の座標位置に対応して調節されるようとする。

深さ量を回折格子の座標位置で所定の分布にするための方法としては、これに限定はされない。

はじめに、センター B₀ から X 方向距離 L₁ の外側の凹溝部 211 を形成する。先ず、図 2A ～図 2H に示す製造方法と同様、光ファイバー 22 中に回折格子

24を作製する際の露光光に対して透明な透明基板210を準備し、その一面に、透明基板211に凹溝211を形成するエッティング（ドライエッティング）に耐性のあるクロム等の遮光膜220を設ける（図4A）。次にこの透明基板210に対し、電子ビームに感応性のポジ型レジスト230を塗布する（図4B）。

次いで、電子ビーム描画装置にて、所定の露光量（ドーズ量とも言う）Dで、センターB₀からX方向距離L1の外側の凹溝部形成箇所を露光する露光を行なう（図4C）。

次いで、現像処理を行ない、センターB₀からX方向距離L1の凹溝211a形成箇所にレジスト230の開口231を設け、レジスト230の開口231および遮光膜220の開口221から露出した遮光膜220をエッティング除去し、更に、透明基板210に対し、遮光膜220をマスクとして、フッ素系のガスを用いたドライエッティングを行ない、所定の深さの凹溝211aを形成する（図4D）。

次いで、レジスト220を除去する（図4E）

このようにして、センターB₀からX方向距離L1の外側の凹溝211aを形成する。

以下、同様にして、漸次、センターB₀からのX方向の距離を変えて、その距離の位置の凹溝211bを形成する。このような処理を全ての凹溝形成箇所に対して行なう（図4F～図4H）。

そして、全ての凹溝211a、211b、211cを形成した後、残存する遮光膜220を除去して、図3に示す第2の例の位相マスク21を得る（図4H）。

このようにして、第2の例の位相マスクは形成される。

具体的実施例

実施例を挙げて、更に、本発明の具体的実施例を説明する。

実施例は、図1に示す、第1の例の位相マスクを、図2A～図2Hに示す位相マスクの製造方法により作製したものである。

ピッチ1.06μmの複数の凹溝111からなり長さ10mmのパターン（回折格子パターン）111Pを形成する。

図1、図2に基づいて説明する。

石英基板からなる透明基板110上に、クロムからなる遮光膜120を1100Å厚に設けた（図2A）。次に、遮光膜120上に、ポジ型の電子ビームレジスト130であるZEP7000（日立ゼオン製）を厚さ500nmに塗布、乾燥して設けた（図2B）。

次いで、電子線描画装置MEBESIII（Applied Material社製）により、

所定の露光量（ドーズ量とも言う） $4 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ で、凹溝形成部を露光し、第1回目の露光を行なう（図2C）。

次いで、各凹溝111形成部に、その凹溝に直交する方向であるX方向座標位置に対応して、所定の露光量 $0.2 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ にて1回ないし数回量ね露光を行ない、X方向座標位置に対応して、トータル露光量を、所望の露光量とした（図2D）。

X方向座標位置に対応した露光量については、シーミレーションにて求めた。

露光後、現像処理を行ない、凹溝111形成箇所にレジストの開口131を設けた。開口131の開口幅は、露光量に対応して変化して得られた（図2E）。

次いで、レジスト130の開口131から露出したクロム膜（遮光膜120）を、CH₂C_{1,2}ガスを用いてドライエッチングし、開口121を設けた（図2F）。

次いで、クロム（遮光膜120）をマスクとして、レジスト130の開口131、クロム（遮光膜120）の開口121から露出した透明基板110を、CF4ガスを用いてドライエッチングし、光ファイバー作製における露光波長248nmの半波長である、深さ250nmの凹溝111を形成した（図2G）。

この後、70°Cの硫酸にて残存するレジスト130を剥離し、更に、硝酸第二セリウムアンモニウム溶液により遮光膜120をエッチング除去し、洗浄処理を経て、ピッチ1.06μmの複数の凹溝111からなり長さ100mmのパターン111Pを形成し、その凹溝111の幅を座標位置により変えた。

このようにして、図1に示す第1の例の回折格子用の位相マスク121を製造した。

凹溝部パターン111PのDuty比の分布は、図1Bに示すようになった。

作製された位相マスク21を用いて、光ファイバーの回折格子を作製した。このようにDuty比を調整することにより、光ファイバーの0次光の影響を、光強度的に少なくすることができ、反射スペクトルのサイドローブを抑制することができた。

光ファイバーの回折格子を形成する際の露光において、0次項比率を少なく制御することができた。

このように光ファイバーの回折格子を形成するために用いられる位相マスクにより、アポダイズ露光が可能な位相マスクを製造することができた。

本発明によれば、従来の位相マスクを介する露光とアポダイズ関数露光との2回の露光に代え、あるいは、特開平7-140311号公報の図3に図示されるその実施例のように、空間振幅フィルターを位相マスクの前において露光を行なう方法に代え、位相マスクのみによる1回の露光方法により、精度良く光りファイバーに回折格子を形成することができる。

請求の範囲

1. 光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を回折光を含む紫外線に対して露光し、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成するための回折格子形成用の位相マスクにおいて、

一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備え、

パターンのDuty比が、この位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

2. パターンのDuty比は、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なう凹溝の幅を凹溝の位置に対応して調整することにより調整されていることを特徴とする請求項1記載の回折格子形成用の位相マスク。

3. 光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を回折光を含む紫外線に対して露光し、異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成するための回折格子形成用の位相マスクにおいて、

一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備え、

パターンの凹溝の深さは、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスク。

4. 対象物に周期が不連続変化する回折格子を形成することを特徴とする請求項1または3記載の回折格子形成用の位相マスク。

5. 対象物は、光導波路形成用の対象物であることを特徴とする請求項1または3記載の回折格子形成用の位相マスク。

6. 対象物は、光ファイバー形成用の対象物であることを特徴とする請求項5記載の回折格子形成用の位相マスク。

7. 回折光を含む紫外線を、光媒体を形成するとともに感光部を含む対象物に露光して異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成する回折格子形成用の位相マスクであって、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクの製造方法において、

透明基板を準備する工程と、

透明基板に対する凹溝形成露光、製版およびエッチングからなるフォトリソ工程を施す工程とを備え、

このフォトリソ工程中に凹溝形成露光の露光量を変化させて、パターンの Duty 比が、この位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

8. フォトリソ工程において、凹溝形成露光中の露光量が多重露光法により調整されることを特徴とする請求項7記載の回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

9. 回折光を含む紫外線を、光媒体を形成するとともに感光部を含む対象物に露光して異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて対象物に回折格子を形成する回折格子形成用の位相マスクであって、一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクの製造方法において、

透明基板を準備する工程と、

透明基板に対する凹溝形成露光、製版およびエッチングからなるフォトリソ工程を施す工程とを備え、

このフォトリソ工程の工程数を変化させて、パターンの凹溝の深さが、位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されていることを特徴とする回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

10. フォトリソ工程において、凹溝形成露光は電子線描画装置またはレーザ描画装置により行なわれることを特徴とする請求項7または9記載の回折格子形成用の位相マスクの製造方法。

11. 対象物は、光導波路形成用の対象物であることを特徴とする請求項7または9記載の回折格子形成用の位相マスク。

12. 対象物は、光ファイバー形成用の対象物であることを特徴とする請求項11記載の回折格子形成用の位相マスク。

13. 一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクであって、パターンのDuty比がこの位相マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを用いた回折格子形成方法において、
位相マスクを介して得られる回折光を含む紫外線により、光媒体を形成するとともに感光性部を含む対象物を露光する工程と、

異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて、対象物に回折格子を形成する工程と、
を備えたことを特徴とする回折格子形成方法。

14. 一面に複数の凹溝からなるパターンを有する透明基板を備えた位相マスクであって、パターンの凹溝の深さが位置マスクにより露光した場合にアポダイズ処理用の露光を行なうよう凹溝の位置に対応して調整されている回折格子形成用の位相マスクを用いた回折格子形成方法において、
位相マスクを介して得られる回折光を含む紫外線により、光媒体を形成すると

とともに感光性部を含む対象物を露光する工程と、

異なる次数の回折光相互の干渉縞により対象物の感光性部に屈折率変化を生じさせて、対象物に回折格子を形成する工程と、

を備えたことを特徴とする回折格子形成方法。

要 約 書

位相マスクは透明基板を備え、当面基板の一面に複数の凹溝の繰り返しパターンが設けられている。凹溝の繰り返しパターンによる回折光の紫外線を光媒体を形成するための対象物に照射して、異なる次数の回折光相互の干渉縞により、前記対象物中の感光性部に屈折率変化を起こさせて回折格子を作製する。回折格子を作製する際の前記位相マスクを用いた露光が、アポダイズ処理用の露光となるように、パターンのDuty比が座標位置に対応して調整されている。